

Achtergrond

Ik ben nu zo'n kleine 2 jaar bezig met mijn omni directionele luidspreker. Deze luidspreker is beschreven in "Omni Directionele luidspreker.pdf". Mede dankzij de discussies op het zelfbouw forum heb ik veel bijgeleerd, ook wat betreft de tekortkomingen van het ontwerp.

Ik ben gaan nadenken over een omnipool concept dat wat meer "HI-END" is. Kijkend naar de belangrijkste tekortkoming van het eerste ontwerp heb ik wat ideeën gekregen over de te gebruiken luidsprekers, de wisselfrequenties en opzet van de behuizing.

Probleemstelling

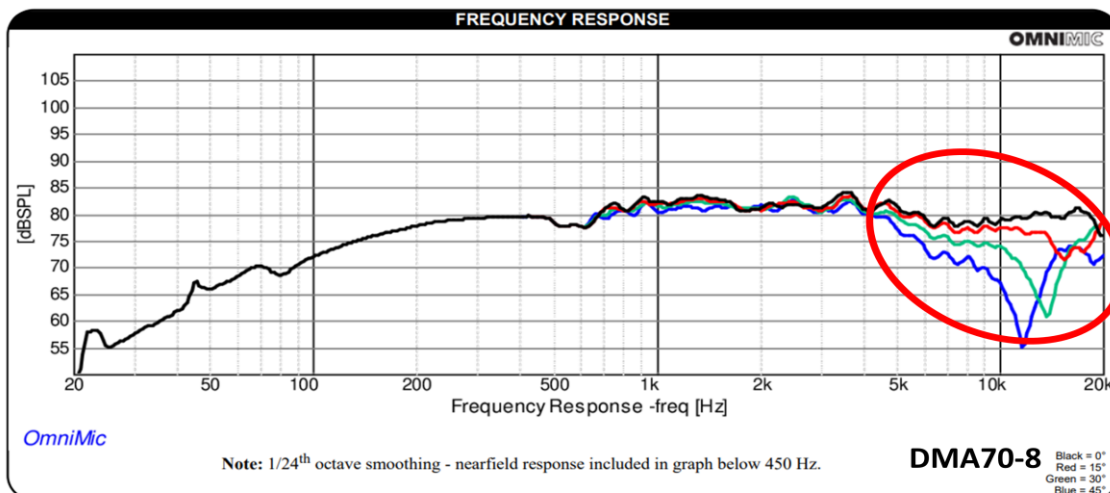
De uniformiteit van de geluidsdruk van het bolvormige geluidsveld is de belangrijkste feature van een echte omnipool.

De uniformiteit van de geluidsdruk over de bolvorm bestaat uit twee componenten:

- 1) een statische component, welke onafhankelijk is van frequentie. Deze is ca. $\pm 1,5$ dB bij gebruik van een regelmatig veelvlak.
- 2) een frequentie afhankelijke component, veroorzaakt door bundeling van het geluidsveld door iedere speaker afzonderlijk.

Het afnemen van de uniformiteit van geluidsdruk bij hoge frequenties (vanaf 4 kHz) is een principiële tekortkoming van het eerste ontwerp omnipool, en wel hierom:

Het volgende plaatje geeft de spl als functie van frequente van de gebruikte breedbander, de Dayton DMA70-8:



Te zien is dat de spl op de as ongeveer constant is (dat moet trouwens ook), maar dat buiten de as de spl sterk daalt met toenemende frequentie, bundeling dus.

Omdat meer dan 90 % van het geluid van de omni ons oor bereikt via allerlei reflecties, meestal off-axis afgestraald door de speakers, zal bij hoge frequenties de totale geluidsdruk afnemen hetgeen tot kleuring en verminderde perceptie zal leiden. Dit fenomeen laat zich niet corrigeren (behalve door het plaatsen van meer luidsprekers). Je kunt ook zeggen dat het afgestraalde vermogen daalt door verminderde efficiëntie van de luidspreker bij bundeling.

Overigens zal dit fenomeen altijd optreden bij luidsprekers die (ver) buiten hun zogenoemde “piston gebied” worden gebruikt. Juist bij omnipolen wordt dit effect echter zeer hinderlijk. De bovengrens van het piston gebied wordt bepaald door de effectieve conus diameter.

Dit alles leidt tot de conclusie dat bij een “hi-end omnipool” alle speakers slechts binnen hun “piston gebied” mogen worden gebruikt. Deze eis leidt onvermijdelijk tot een 3-weg of zelfs een 4-weg systeem.

Systeemconcept

Op voorhand is voor de omnipool weer gekozen voor een halfregelmatig veelvlak, dit maal een afgeknotte octaëder. Dit veelvlak heeft 8 regelmatige zeshoeken plus 6 vierkanten.

Grootste puzzel was het zoeken naar geschikte luidspreker drivers. Voorwaarden daarbij waren in volgorde van belang:

- Mechanische beperkingen; afmetingen, vorm en vereist behuizingsvolume moeten passen binnen het omnipool concept.
- Goede verkrijgbaarheid in Nederland
- Redelijk geprijsd (er zijn er veel nodig).
- Luidsprekers moeten goed op elkaar aansluiten v.w.b. frequentiegebied, dit zelfs met een ruime overlap.
- Luidsprekers moeten een ongeveer gelijke gevoeligheid hebben (altijd fijn bij het ontwerpen van passieve filters)

Opm.: Het is heel goed mogelijk om met relatief laag geprijsde speakers een hi-end systeem te bouwen zolang de speakers maar ruim binnen hun limieten (qua frequentie en power range) worden gebruikt. Juist de extra ruime werkgebieden maakt speakers duur.

In eerste instantie koos ik voor de volgende speakers (aantal per omnipoel):

- 4 stuks ND13FA-4, ½ inch tweeter
- 4 stuks DMA45-4, 1½ inch breedbander
- 4 stuks TCP115-8, 4 inch midwoofer
- 1 x Subwoofer naar smaak (blijft hier verder buiten beschouwing).

Al snel werd duidelijk dat het niet lukt om 12 luidsprekers in een omnipoel onder te brengen. De behuizing wordt erg groot en bij een gelijmde constructie veel te slap. Daarom is gezocht naar een concept waarbij de tweeters en breedbanders in een kleine omnipoel worden geplaatst. Deze omnipoel van ca. 10 cm diameter wordt dan boven een naar boven stralende 5 inch midwoofer geplaatst. De behuizing van de midwoofer moet zo smal mogelijk zijn om bij een zo laag mogelijke frequentie al omni directioneel te worden.

Bij deze aanpak worden de 4 stuks TCP115-8 vervangen door een enkele midwoofer SB15NAC30-8. Deze midwoofer haalt 70 Hz in een gesloten box zodat je direct een leuke speaker in boekenplank formaat speaker hebt. Voor een volledig hi-end systeem moet nog wel een subwoofer toegevoegd worden.

Voor de 9 speakers per omni ben je dan zo'n 170 euro kwijt. Valt wel mee toch.

Constructie



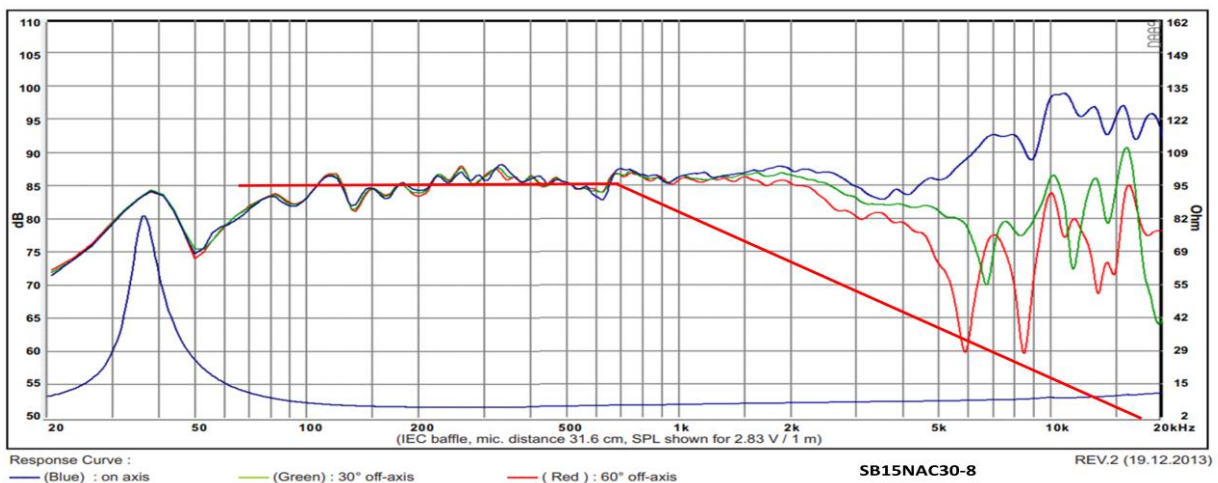
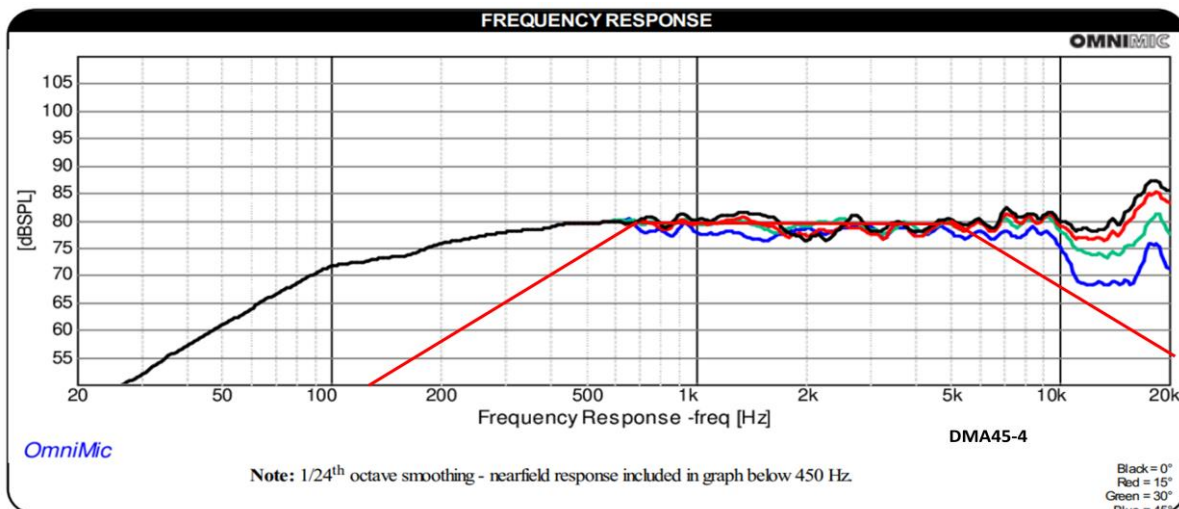
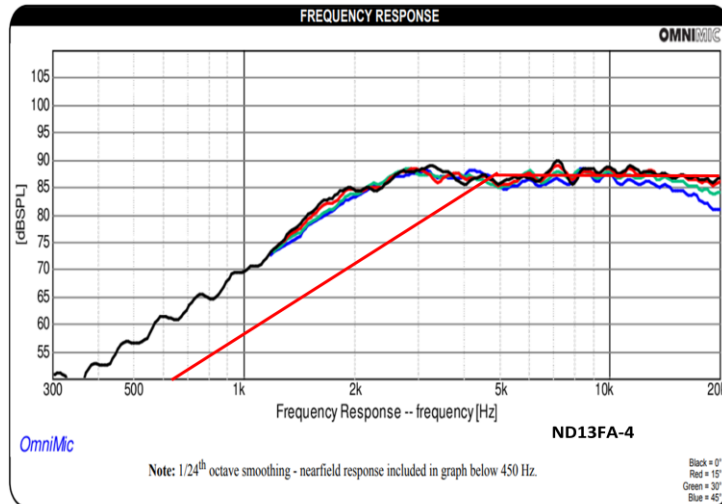
Met wat fröbelen heb ik iets proberen te maken wat een indruk geeft van de vorm die de omnipoel dan krijgt. Ook de onderlinge positie van de speakers is hierbij te zien.

De omnipoel kan worden gebouwd volgens dezelfde methode als in het eerste ontwerp, dus met in elkaar gelijmde 4 mm dikke MDF zeshoeken en vierkanten. Als alternatief zou de omnipoel 3D geprint kunnen worden.

Voor de behuizing van de midwoofer kan b.v. een rechtop staande PVC buis (160 mm diameter) worden gebruikt. Mogelijk is het wenselijk de midwoofer iets naar de luisteraars toe te kantelen. De omni wordt met zijn 4 aansluitpennen op de behuizing van de midwoofer bevestigd. Dit lijkt op de wijze waarop spreidingskegels vaak boven een naar boven stralende midwoofer worden bevestigd.

Wisselfilter

Voor het bepalen van de wisselfrequenties moeten we kijken naar de spl grafieken van de gekozen speakers:



In rood zijn de gedachte filters ingetekend (2-orde op 700 en 5000 Hz)

Aan de spl grafieken is te zien dat bij deze opzet tot hoge frequentie nauwelijks bundelvorming zal optreden. Dit alles zou moeten leiden tot een uniform bolvormig stralingspatroon voor alle frequenties.

Beneden ca. 300 Hz gedraagt de midwoofer zich omni directioneel (bij een 16 cm brede behuizing). Bij 700 Hz nemen de breedbanders het over, daarboven is het dus ook omni directioneel. Tussen 300 Hz en 700 Hz is het minder duidelijk, maar waarschijnlijk valt daar wel mee te leven.

Voor de uitvoering van de filters hebben we 2 opties:

- Passief, hierbij hebben we minimaal 4 LC secties nodig of:
- Actief met DSP plus 4 x 30, of 4 x 100, Watt versterkers.

Qua kosten hoeft het denk ik niet veel uit te maken.

Wegens gebrek aan ruimte in de omni's moet het filtercircuit worden ondergebracht in de behuizing van de midwoofer. Zowel de tweeters als de breedbanders worden weer serie-parallel geschakeld.